

**INSTITUTO DE FÍSICA
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO**

**INVESTIGAÇÃO DA INTERAÇÃO COGNIÇÃO-AFETO NA
CONSTRUÇÃO DE EXPLICAÇÕES:
VALIDAÇÃO DE UM PROTOCOLO DE ENTREVISTA.**

Docente: Prof. Dr. Maurício Pietrocola
Discente: Talita Raquel Luz Romero

**SÃO PAULO - SP
2006**

“[Tanto] o entendimento quanto o sentimento são simultaneamente justapostos e distintos [...]. A vida mais íntima da alma [...] consiste precisamente nesse sentimento, sem que os dois pólos cessem de ser distintos e de se confundir”.¹

¹ Apud. Lucien Lévy-Brühl. La philosophie de Jacobi, Paris, Féliz Alcan, 1894, p. 325.

ÍNDICE

INTRODUÇÃO.....	04
CAPÍTULO I – MODELOS E EXPLICAÇÕES: A CONTRUÇÃO DA REALIDADE E SUAS BASES EMOCIONAIS.....	06
1.1 APRESENTAÇÃO DA PROBLEMÁTICA.....	08
CAPÍTULO II – EXPLICAÇÕES CIENTÍFICAS.....	11
2.1 IMPLICAÇÕES FILOSÓFICAS NA EDUCAÇÃO.....	11
2.2 CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO DE EXPLICAÇÕES.....	16
CAPÍTULO III – INVESTIGAÇÃO DA INTERAÇÃO COGNIÇÃO-AFETO NA CONSTRUÇÃO DE EXPLICAÇÕES: ELABORAÇÃO DE UM PROTOCOLO DE ENTREVISTA.....	25
3.1 ROTEIRO PARA ENTREVISTA COM ALUNOS DO ENSINO MÉDIO – 1ª VERSÃO.....	27
3.1.1 A Origem do Universo.....	27
3.2 PRINCIPAIS RESULTADOS DA APLICAÇÃO DA 1ª VERSÃO.....	32
3.2.1 Quanto à necessidade da discussão sobre a origem do universo...32	
3.2.2 Quanto aos modelos explicativos apresentados.....34	
3.2.3 Quanto à reformulação do Protocolo.....37	
CAPÍTULO IV – INVESTIGAÇÃO DA INTERAÇÃO COGNIÇÃO-AFETO NA CONSTRUÇÃO DE EXPLICAÇÕES: VALIDAÇÃO DE UM PROTOCOLO DE ENTREVISTA.....	38
4.1 ROTEIRO PARA ENTREVISTA SEMI-ESTRUTURADA COM ALUNOS DO ENSINO MÉDIO – 2ª VERSÃO.....	38
4.1.1 Primeira Etapa – Individual.....39	
4.1.2 Preparação da Segunda Etapa.....40	
4.1.3 Segunda Etapa – em Grupo.....43	
5.2 PRINCIPAIS RESULTADOS DA APLICAÇÃO DA 2ª VERSÃO.....	45
5.2.1 Quanto à parte individual e a escolha dos extratos de explicações.46	
CAPÍTULO V – CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	49
BIBLIOGRAFIA.....	52

INTRODUÇÃO

A despeito das discussões filosóficas e científicas, demasiadamente estreitas e com esquemas conceituais rígidos que muitas vezes resultam em uma hostilidade declarada entre o Mundo Cotidiano, o Científico e conseqüentemente, o Escolar; a linguagem cotidiana tem uma noção intuitiva de Realidade que perdura aliada a crenças individuais, culturais e sociais (HEISENBERG, 1958). Assim, os indivíduos constroem representações cotidianas aliadas a uma posição realista sobre a ciência, atitude denominada ontológica natural e por nós adotada visando permitir que a educação científica acesse também aqueles que não pretendem seguir carreiras técnico-científicas.

Partindo de uma vantajosa posição realista, distinguimos esta entre ingênua e crítica. Sendo, o realismo ingênuo resultado de percepções e representações a imagem do mundo e o realismo crítico resultado de exercícios minuciosos e aprofundados desde mesmo mundo. A educação então, posiciona-se como ponte de ligação entre estes dois níveis de percepção da realidade e cabe-nos buscar compreender como acontece esta travessia.

Este trabalho compartilha das mesmas idéias que embasam a grande variedade de abordagens e visões que aparecem na literatura sob o rótulo “Construtivista”. Ou seja, que a aprendizagem se dá através do ativo envolvimento do aprendiz na construção do conhecimento; e que as idéias prévias dos estudantes desempenham um papel fundamental no processo de aprendizagem, já que essa só é possível a partir do que o aluno já conhece. (MORTIMER, 2000). O que nos permite procurar identificar qual o tipo de relação possível de ser estabelecida pelos estudantes de Ensino Médio com o conhecimento científico, visto que muitos deles não adentrarão nesta comunidade. Ou seja, como as explicações costumeiramente apresentadas nas escolas podem permitir que os estudantes que não pretendem seguir carreiras técnico-científicas deixem de considerar o conhecimento científico pouco relevante, e sua apreensão não mais se torne contestável enquanto via de satisfação pessoal. O que leva os estudantes a aprenderem ciências e, conseqüentemente, expressar entendimento sobre o mundo merece uma discussão mais ampla do que tentar adicionar a estrutura conceitual do aluno critérios racionais de escolha entre o conhecimento científico e o senso comum.

Considerando que os indivíduos tenham critérios específicos para aceitar a realidade de alguns objetos e as explicações produzidas através deles, e que estes critérios não são restritos a aspectos racionais, o Plano deste Trabalho se concentrou em buscar compreender as possíveis contribuições de aspectos afetivos / emocionais presentes na apreensão e uso do conhecimento científico. Acreditamos que existe vinculação entre o processo de construção e incorporação de modelos mentais, a produção de explicações e o sentimento de realidade atribuído às entidades presentes nestes modelos. Para compreendermos esta vinculação, julgamos necessário saber quais os critérios que os estudantes utilizam para considerar alguma “coisa” real, especialmente para podermos inferir a respeito do sentimento de realidade que um estudante do Ensino Médio apresenta com relação às entidades conceituais presentes no ensino das teorias científicas.

Partimos da existência desses vínculos e de algumas definições:

- (i) *Modelos mentais* são formas de representação mental de eventos e resultado do que se raciocinou a cerca desses, que podem ser combinados e recombinaados conforme a necessidade.
- (ii) *Explicações* são relatos produzidos objetivando a construção de uma estrutura conceitual para um fenômeno que conduz o indivíduo a um sentimento de entendimento seguido, imediatamente ou não, de um sentimento de realidade.
- (iii) *Sentimento de entendimento* é um conceito por nós desenvolvido para qualificar a ligação afetiva entre o indivíduo e a representação por ele construída para dar sentido a experiência que está vivenciando.
- (iv) O *sentimento de realidade* é o conceito que nos distancia das discussões filosóficas sobre realidade e nos aproxima do âmbito educacional por defini-lo como sendo o resultado de julgamentos a cerca de explicações ao indivíduo conferidas, ou por ele elaboradas, com base em seus critérios afetivos, culturais e racionais.

Vamos agora apresentar as etapas desenvolvidas, os referenciais teóricos adotados e as técnicas de coleta de dados utilizadas para que pudéssemos iniciar a avaliação dos critérios de validação de explicações por estudantes, tanto àqueles que pretendem seguir carreiras técnico-científicas, quanto os que não pretendem.

CAPITULO I

MODELOS E EXPLICAÇÕES:

A CONTRUÇÃO DA REALIDADE E SUAS BASES EMOCIONAIS

Provavelmente todos aqueles que, mesmo após três anos de Ensino Médio, decidiram fazer Graduação em Física, já ouviram alguma vez: “Física! Não acredito! Você é louco?”. Talvez não tenha sido exatamente assim, talvez tenham se iludido com a idéia de que este “Física” vinha acompanhado de um “Educação”. Afinal, quem faz Física? É pensando em todas essas exclamações que consideramos importante iniciar esta monografia por transcrever o que diz CHOMSKY (1981):

“[...] estabelecer uma distinção entre “problemas”, que podem ser abordados pela ciência humana com alguma esperança de sucesso, e “mistérios”, questões que estão além do alcance de nossa mente, tal como ela é estruturada e organizada – ou absolutamente além desse limite ou a uma distância tão remota de uma apreensão mais completa que jamais serão incorporadas a teorias explanatórias inteligíveis para seres humanos.”.

Ao levarmos em conta todos aqueles que ainda matriculam-se nos cursos de Graduação em Física, há fortes razões para crer que nossas pesquisas têm esperança de sucesso por tratar de “problemas”. Portanto, nosso “problema” consiste em buscar identificar qual o tipo de relação possível de ser estabelecida pelos estudantes do Ensino Médio com o conhecimento científico, ou seja, que tipo de explicação pode permitir que aqueles que não pretendem seguir carreiras técnico-científicas deixem de considerá-lo pouco relevante, e sua apreensão não mais se torne contestável enquanto via de satisfação pessoal. O que leva os estudantes a aprenderem ciências e, conseqüentemente, expressar entendimento sobre o mundo, certamente merece uma discussão mais ampla do que tentar adicionar à estrutura conceitual do aluno critérios racionais de escolha entre o conhecimento científico e o senso comum.

Considerando esta importância, a metodologia de pesquisa do projeto “Modelos e explicações: a construção da realidade e suas bases emocionais”, é adaptada a responder parcialmente às seguintes questões:

- (i) As explicações são motivadas pelo desejo de se obter um sentimento de realidade sobre as experiências vivenciadas no mundo?
- (ii) As representações e os fenômenos aos quais eles se referem pertencem a domínios ontológicos diferentes; haveria elos de natureza emocional entre ambos?
- (iii) Seria a idéia de realidade uma aquisição necessária ao ser para lhe conferir estabilidade emocional frente a um mundo complexo e mutável?
- (iv) Quais os critérios de validação de explicações produzidas por leigos e cientistas? Eles envolveriam aspectos emocionais, além daqueles racionais indicados pelas pesquisas? Como incorporar tais critérios nas práticas pedagógicas?

Ao determinar o 4º grupo de questões como as que desejamos investigar, elaboramos um Plano de Trabalho de Iniciação Científica que se dividiu em duas linhas de pesquisa (revisão bibliográfica e coleta de dados) com objetivo de apresentar a criação e a aplicação de protocolos de entrevista envolvendo situações semiquantitativas que viabilizem a determinação dos critérios utilizados na validação de explicações. Esta Iniciação Científica foi desenvolvida no período de setembro de 2005 a setembro de 2006. O treinamento realizado pode ser dividido em quatro partes.

A primeira parte consistiu na leitura e estudo dos trabalhos anteriores relacionados ao mesmo Projeto de Pesquisa – “Modelos e Explicações: A construção da realidade de suas bases emocionais” – produzidos por alunos de iniciação científica e de mestrado. Visando compreender a linha de raciocínio adotada e os referenciais teóricos definidos. Porque desta maneira o treinamento que foi realizado pode dar continuidade ao trabalho que vem sendo desenvolvido para se atingir o objetivo do Projeto. Ou seja, determinar “qual o tipo de relação possível de ser estabelecida pelos estudantes com o conhecimento científico, visto que muitos deles não adentrarão nesta comunidade. De que forma um estudante sem expectativas em carreiras técnico-científicas incorpora tais conhecimentos”.

A segunda parte consistiu em aprofundar os referenciais teóricos apresentados no Projeto com particular enfoque das explicações. Uma pesquisa que se iniciou com a busca e definição de novas bibliografias que procuram entender a produção e utilização do conhecimento científico a partir das dimensões racional e afetiva. Bibliografias estas, que alicerçarão a determinação dos critérios utilizados na validação de explicações. E o estudo dos critérios utilizados pelos indivíduos em geral para admitir entidades como reais.

Então, elaborar protocolos de entrevistas para alunos do Instituto de Física e Química, ou seja, alunos que em sua história pessoal receberam explicações significativas que os conduziram a seguir carreiras técnicas científicas. E, através das bibliografias estudadas procurar compreender quais os critérios utilizados por estes ao admitir as explicações recebidas como reais e conseqüentemente, produzirem o sentimento de entendimento.

Por fim, elaborar um protocolo de entrevista para alunos do Ensino Médio, que nos permita coletar dados, tendo em mente duas hipóteses. Primeiro, as explicações são avaliadas com base em critérios emocionais. Porque, sabemos que a escolha e o uso de conhecimentos face à bagagem de conceitos e relações possíveis de serem utilizados pelos indivíduos se alicerça num contexto no qual as emoções têm forte influência. Segundo, que o indivíduo não estabelece vínculo afetivo com uma explicação que não se proponha a reforçar seu sentimento de realidade.

Para finalizar, e iniciar a elaboração deste trabalho, foi realizada uma análise prévia para validar os protocolos de entrevistas como um instrumento apropriado de coleta de dados que ajudem-nos a responder as questões norteadoras.

1.1 APRESENTAÇÃO DA PROBLEMÁTICA

“Costumado, desde as primeiras ocupações sérias da vida, a salmodiar², na escola, enunciados que não percebe, a repetir passivamente juízos alheios, a apreciar, numa linguagem que não entende, assuntos estranhos à sua observação pessoal; educado, em suma, na prática incessante de copiar, conservar e combinar palavras, com absoluto desprezo de seu

² Salmodiar: cantar ou recitar salmos sem alterar a inflexão de voz, com pausas marcadas; recitar de modo monótono; escrever monotonamente; ter estilo enfadonho.

sentido, inteira ignorância da sua origem, total indiferença aos seus fundamentos reais, o cidadão encarna em si uma segunda natureza, assinalada por hábitos de impostura, de cegueira, de superficialidade”.

Apesar de Rui BARBOSA (1946) ter feito esta declaração sobre seus sentimentos em relação à escola há tantos anos, nós a consideramos apropriada, pois nesta conseguimos reconhecer, o que identificamos como sendo, a causa de nosso problema.

A primeira parte do problema está relacionada ao fato da escola não oferecer ocasiões de aplicação dos conhecimentos ensinados para além dos domínios estritos do “contrato didático” (BROUSSEAU, 1986) previamente estabelecido. “(...) Juízos alheios, (...) estranhos à sua observação pessoal”. Ou seja, a escola constrói um campo de aplicação para os conhecimentos que ela fornece, sem se preocupar com a relação que tal conhecimento poderá estabelecer em contextos mais amplos dentro do qual a vida em geral se desenvolve. Resultado, mesmo estudantes com domínio de conhecimentos científicos específicos insistem em produzir respostas a situações cotidianas através de concepções ingênuas e espontâneas e estas, embora erradas do ponto de vista da ciência, se configuram como verdadeiras explicações e fazem sentido para os mesmos (CUSTODIO e PIETROCOLA, 2002). Tais explicações carecem de alguns dos atributos considerados fundamentais pelos cientistas, como generalidade, coerência e precisão, mas cabe-nos questionar quais atributos possuem, visto que elas se superpõem ao conhecimento científico ensinado na escola.

Já a segunda parte do problema está relacionada ao fato das explicações científicas, que chegam às escolas passarem pela transposição didática tradicional, ou seja, aquela que depura as explicações de afetos, que as limita ao “contexto da justificação”, aquele no qual o conhecimento científico é compartilhado. Conseqüentemente, excluem totalmente o “contexto da descoberta”, onde se encontram as motivações dos cientistas e seus condicionantes psicológicos (HOLTON, 1979). Ao depurar as explicações de afetos, tudo o que poderia nos “afetar” e que “afetava” os cientistas se torna enfadonho, monótono e, como resultado, os alunos se sentem a salmodiar enunciados que não percebem, com absoluto desprezo de seu sentido. E, os professores são indagados quanto ao porquê de aprender Física. Portanto, envolveriam -

os critérios de validação de explicações desses alunos - aspectos emocionais, além daqueles racionais indicados pelas pesquisas?

Ao questionarmos quais os critérios utilizados pelos alunos na validação das explicações, buscando entender a produção e utilização do conhecimento científico a partir das dimensões racional e afetiva, procuramos inicialmente compreender o que caracteriza uma explicação científica e constatamos (conforme veremos no Capítulo II) que esta é proveniente de uma concepção positivista da ciência, que começou a fortalecer-se no meio científico com a introdução, de forma definitiva, da linguagem quantitativa (matemática) na física. O que fica explícito ao analisarmos a evidente preocupação de cientistas como Galileu e Newton em dar tratamento matemático aos fenômenos que estudavam. No entanto, apesar de atualmente, esta definição de explicação científica mostrar-se enraizada no ambiente educacional, as pessoas tem intuições relativamente claras sobre o que é uma explicação, e esta difere do conceito de explicação científica. Como consequência, apesar de constantemente cientistas serem procurados pelos meios de comunicação para darem confiabilidade a reportagens e produtos, é comum encontrarmos pessoas que desconsideram o conhecimento científico ao expressarem entendimento sobre o mundo.

“E o que seria uma explicação? Normalmente, quando você faz uma pergunta – pede a alguém para explicar alguma coisa – você espera uma resposta satisfatória. O que significa satisfatória? Significa que você não continua perguntando. [...] Então, o ouvinte, aquele que faz a pergunta é aquele que decide o que será uma explicação: aquilo que irá satisfazer sua curiosidade” (MATURANA, 1997).

CAPÍTULO II

EXPLICAÇÕES CIENTÍFICAS

2.1 IMPLICAÇÕES FILOSÓFICAS NA EDUCAÇÃO

Segundo o Dicionário Aurélio, explicação significa esclarecimento de um ato para o justificar, desagravo, ato de explicar, de tornar a exposição inteligível ou clara. Neste contexto, explicar significa fazer compreender, tornar inteligível. Estas definições exprimem o que a maioria das pessoas entendem por explicar, pois apesar de considerarmos esta como sendo uma construção intelectual tão fundamental que a torna “muito difícil de ser explicada”, as pessoas tem intuições relativamente claras sobre o que ela é ou não. No entanto, filósofos e cientistas tem uma definição de explicação, denominada científica, que difere desta, cotidiana e intuitiva. Proveniente de uma concepção positivista da ciência, o conceito de explicação científica começou a fortalecer-se no meio científico com a introdução, de forma definitiva, da linguagem qualitativa (matemática) na física. Cientistas como Galileu e Newton mostraram evidente preocupação em dar tratamento matemático aos fenômenos que estudavam. Newton chega a justificar sua atitude positivista, recorrendo a filosofia empirista.

Sabemos que o Positivismo é um rótulo novo, para uma nova fase de desenvolvimento do empirismo, que se trata de uma doutrina filosófica proposta por Francis Bacon no século XVII e afirmada por John Locke, David Hume e George Berkeley, no século XVIII. Segundo esta corrente filosófica, o conhecimento procede principalmente da experiência comum, não metódica, e tudo o que o homem conhece é aquilo que percebe através de seus sentidos, em particular os da visão e do olfato. O nome, Positivismo, nasceu em 1830 na Escola do socialista utópico Saint-Simon (1760-1825), e ganhou fortuna com Augusto Comte, o pensador protótipo do movimento, sobretudo na França. Derivado do latim *positum* (= posto, o que está posto diante, situado) significa descritivamente o que se observa, ou experimenta.

O pensamento de Galileu e de seus sucessores foi dominado pela idéia de que o Mundo complexo dos sentidos (irreal) tem por trás um Mundo simples (real), regido por leis naturais que podem ser traduzidas na linguagem matemática por meio de cálculos e medidas obtidos através da experiência. Nestas circunstâncias começou a prevalecer à

concepção positivista da ciência, que propõe que o objetivo desta seja somente o da investigação das leis matemáticas, renunciando à investigação das causas e reduzindo a explicação científica à descrição dos fatos ou fenômenos por meio de leis. O que pode ser elucidado com a descrição da natureza da filosofia positivista, feita por Augusto COMTE (1973), em sua obra “Curso de Filosofia Positiva”, com referência ao exemplo da gravitação newtoniana:

“Assim, para citar o exemplo mais admirável, dizemos que os fenômenos gerais do universo são explicados, tanto quanto podem ser, pela lei de gravitação newtoniana; porque de um lado, essa bela teoria nos mostra toda a imensa variedade dos fatos astronômicos, como constituindo apenas um único e mesmo fato considerado de diversos pontos de vista: a tendência constante de todas as moléculas umas em relação às outras, na razão direta de suas massas e na razão inversa do quadrado das distâncias... Quanto a determinar o que são nelas próprias essa atração e essa gravidade, quais são suas causas, são questões que consideramos insolúveis, não pertencendo mais ao domínio da filosofia positiva, e que abandonamos com razão à imaginação dos teólogos ou à sutileza dos metafísicos...”

A dispensa da investigação das causas culminou na imagem reducionista e instrumentalista da explicação científica, da qual Berkeley foi precursor. Imagem esta que segundo Augusto COMTE é o terceiro e mais evoluído estado histórico de nossos conhecimentos. É o estado científico ou positivo, aquele em que se renuncia as causas e graças ao raciocínio e observação, têm-se leis bem definidas e explicações em termos reais.

No entanto, apesar de atualmente esta definição de explicação científica mostrar-se enraizada no ambiente educacional, as visões mais atuais da filosofia e da ciência, valoriza-se também o lado criativo da elaboração de “quadros da realidade” que dão possíveis explicações e nos quais nos guiam através do emaranhado de fatos observados. EINSTEIN e INFELD (1980) na conclusão da obra “A Evolução da Física” dizem:

“A ciência não é apenas uma coleção de leis, um catalogo de fatos não relacionados entre si. É uma criação da mente humana, com seus conceitos e idéias livremente inventadas. As teorias físicas tentam formar um quadro da realidade e estabelecer sua conexão com o amplo mundo das impressões sensoriais”.

BUNGE (1979) também contra-ataca a posição dos empiristas, minando seu apego ao caráter puramente lógico da explicação científica. Segundo ele, a explicação científica observada apenas do ponto de vista da lógica leva a considerar que explicar se resume a demonstrar e que explicações são leis, pois nada de novo aparece além daquilo contido no sistema prévio de idéias. Quer dizer, explicar um evento seria mostrar a existência de implicações entre o evento particular e um caso geral, simplesmente incluindo-o em um admitido conjunto de suposições. A transição da ignorância para o conhecimento a partir da explicação científica, diz Bunge, requer a sistematização de um dado objeto (fatos ou idéias), comparação com outros objetos, e isto é uma operação, construtiva, sintética; que corresponde mais a *incluir* um objeto em uma classe do que identificá-lo como membro de uma classe cujas características são apresentadas antes da nossa intervenção. No limite, explicar converge para diferenciação das classes nas quais os objetos permitem ser classificados. Isto sugere que o sinal do avanço científico é a progressiva *diferenciação* (aumento do número de leis, do número de campos de pesquisa, como também dos conceitos conectivos) fruto do poder explanatório da ciência.

Conforme se mostrou em trabalhos anteriores vinculados a este projeto, para introduzirmos a noção de explicação atual, é mister a discussão dos sistemas de idéias capazes de responder as perguntas que fazemos sobre o mundo, a saber; as *teorias*, no nível de propriedades mais gerais do real (sua constituição, suas relações causais), e os *modelos*, na interlocução com o real e com aplicações teóricas destinadas a garantir o entendimento sobre fatos e situações específicas no mundo (PIETROCOLA, 1999).

Estritamente falando, modelos desenvolvem a potencialidade da teoria, são construídos a partir de imagens e analogias que apreendem os fenômenos. Como representações do mundo as teorias determinam as explicações que podem ser elaboradas, já os modelos determinam a maneira pela qual são determinadas as classes de fenômenos vinculados a teoria, e emprestam a generalidade da teoria a explicações

peculiares. Modelos estabelecem os vínculos às restrições necessárias ou as estruturas internas, mesmo quando não sejam diretamente observadas. O processo de construção de modelos é uma atividade cognitiva fundamental no cientista (CUSTÓDIO, 2005).

A conexão entre modelos e explicações é central na compreensão da atividade científica. Levemos em conta a opinião de GIÉRE (1988):

“Explicar é uma atividade humana praticada muito antes do surgimento da ciência moderna... pessoas empregam vários tipos de esquemas [modelos mentais] dando explicações e as compreendendo... tudo que é distintivo sobre a explicação “científica”... é que ela emprega modelos desenvolvidos pela ciência... O que a ciência fornece para as “explicações científicas” é um conjunto bem - autenticado de modelos. Como as pessoas empregam esses modelos no processo de construção ou compreensão de explicações depende de um contexto extra-científico”.

Um ensinamento notável, e crucial a nossas intenções é o seguinte: tanto indivíduos comuns quanto cientistas usam modelos na geração de explicações. No caso dos indivíduos, modelos são representações de caráter mental, internas ao aparelho cognitivo de cada sujeito, que dão a ele acesso a apreensão e inferência do mundo externo. Já para cientistas, modelos são representações externas submetidas a contrastação empírica e aval de uma comunidade. Grande parte do trabalho sobre modelos, na ciência cognitiva e na educação científica toma como pressuposto a analogia entre estas duas instâncias. Isto não significa dizer, que os modelos mentais das pessoas são estruturalmente iguais àqueles formalizados pela comunidade científica.

Neste ínterim, torna-se interessante compreender quais os critérios dos estudantes, para validar as explicações científicas. Uma vez que as tradicionalmente apresentadas nas escolas são alicerçadas pelo antigo conceito positivista de explicação científica, que as resume à “formulizações” e resultam numa dissociação do Mundo Escolar com o Mundo Cotidiano. Conforme se concluiu em estudos anteriores, mesmo estudantes com domínio de conhecimentos científicos específicos insistem em produzir explicações a situações cotidianas através de concepções ingênuas e espontâneas (CUSTÓDIO e PIETROCOLA, 2002) e para uma parcela significativa de alunos,

algumas explicações da ciência eram menos “reais” do que mitos e crenças (PINHEIRO e PIETROCOLA, 2002).

Para identificarmos estes critérios, utilizamos o protocolo de entrevista desenvolvido por CUSTÓDIO (2005) e o aplicamos a dez alunos de graduação, sendo estes 06 (seis) do Instituto de Física e 04 (quatro) do Instituto de Química. Durante as entrevistas buscamos sempre encontrar situações que seriam interessantes para exemplificar nossa revisão bibliográfica e principalmente para nos auxiliar na identificação de outros critérios. Nas 10 (dez) entrevistas feitas conseguimos seguir a mesma seqüência de idéias apresentadas na tabela abaixo.

Metodologia de pesquisa. Roteiro base para entrevista semi-estruturada	
Parte A	<p>1) Quais motivos o levaram a fazer o curso de Física (relação com o conhecimento)?</p> <p>2) Havia algum assunto (fenômeno, tecnologia) que o intrigava durante o Ensino Médio?</p>
Parte B	<p>1) <i>“Lembro-me ainda hoje do meu primeiro dia de aula de ciências. Na escola pública que freqüentava, ciências era uma disciplina ministrada na quinta série. Eu tinha 11 anos recém-feitos e guardo na memória os sentimentos de entusiasmo e alegria quando a professora nos contava que a matéria era constituída de átomos e moléculas. Não me recordo bem dos detalhes do conteúdo ensinado. Se ela apresentara a diferença entre gases e líquidos, ou se discutira sobre a água, o ar ou outra substância qualquer. Seria pedir muito à memória 30 anos depois. Porém, os sentimentos continuam vivos até hoje”</i> (PIETROCOLA).</p> <p>Na sua história existe algo semelhante, uma explicação que fez sentido para você, isto é, deu certa satisfação (alegria) em conhecer? (cite mais de uma se houver).</p> <p>2) <i>“Existe qualquer coisa nestas imagens abundantes [presentes no poema] que atinge cada um de nós e tem efeito de transmitir uma mensagem pessoal a cada um de nós [...] Pergunte a si próprio qual</i></p>

	<p><i>imagem que, para si, salta do poema como um foguete e espalha uma chuva brilhante de luz no seu intelecto” (BRONOWSKI).</i></p> <p>Esta frase é capaz de expressar o que você sentiu em relação à explicação recebida? Comente.</p>
--	---

Tabela 01: Roteiro base para entrevista semi-estruturada.

Além disso, 16 (dezesseis) alunos da turma de Metodologia do Ensino de Física I, de 2005, a pedido do professor, voluntariamente elaboraram um relato contando “Por que escolhi física?”. Sob orientação do professor, os alunos atentaram-se aos motivos relacionados com sua história escolar e conseqüentemente as explicações fornecidas para os fenômenos que os intrigavam.

Supomos que para estes 26 (vinte e seis) alunos, interessados em seguir carreiras científicas, as explicações científicas costumeiramente apresentadas nas escolas (ou seja, as fórmulas e leis), embora pobres, justificar-se-iam no fato de haver expectativa de continuidade nos estudos, deste modo, o encontro com os significados ocorreria gradualmente numa etapa de formação posterior. O que levou estes estudantes a aprenderem ciências e, conseqüentemente, expressarem entendimento sobre o mundo merece uma discussão mais ampla do que tentar adicionar a estrutura conceitual do aluno critérios racionais de escolha entre o conhecimento científico e o senso comum. Principalmente porque sabemos que o enfoque racional é satisfatório para a manutenção do contrato didático estabelecido no contexto escolar, mas fora da escola, principalmente, parecem existir outros critérios.

2.2 CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO DE EXPLICAÇÕES

Os alunos que participaram da entrevista, assim como os que escreveram sobre sua escolha pela graduação em Física, são os ditos *experts*, estudantes que ao contrário da maioria, preterem o senso comum em relação aos conceitos científicos. Estes indivíduos incorporam em um alto grau os conhecimentos científicos e isso fica evidente ao tentarem explicar os motivos que os levaram a seguir carreiras técnico-científicas.

“A princípio as ciências e a história sempre me fisgavam pelos seus fascínios naturais, e ainda me recordo de uma de minhas primeiras experiências mentais, da qual ainda não sabia classificar como uma da área da física... Onde imaginei um pássaro voando dentro de um carro em movimento, e todas as conseqüências disto, como referenciais...”. (José³ – aluno de Licenciatura em Física)

“A cada ser humano é inato às questões que são pertinentes ao funcionamento de tudo que os cerca (...) A minha escolha [por física] refloresceu de saber como todo este mundo funciona, não preendi atenção de como funcionavam alguns objetos “pequenos” que permeava minha infância, mas tentava compreender como este “objeto” tão imenso que esta presente em todos os dias, em todas as horas, a cada minuto e com o passar de cada segundo permeia a minha vida. E é nesta fase é que as minhas pré-concepções de mundo vêm tentar ludibriar ou sanar-me, em partes, as muitas indagações sobre ele”. (Luis – aluno de Licenciatura em Física)

Ambas as falas evidenciam o que LARKIN (1983) concluiu ao comparar *experts* e *novatos* (indivíduos com uma representação mental ingênua dos problemas) durante a resolução de problemas. Eles adicionam as representações mentais à habilidade de construir *representações físicas* que contêm entidades imaginárias como força e momento. Um *expert* tem um segundo modelo mental da situação problema, com atributos altamente poderosos, envolvendo operadores que correspondem a leis físicas, capaz de gerar explicações mais coerentes.

CUSTÓDIO (2005), cita a pesquisa de NERSESSIAN (1995) que mostra que a maneira pela qual *experts* abordam problemas novos articula-se à capacidade deles trabalharem com modelos mentais genéricos. Para ela, uma aproximação entre as práticas do pensamento dos cientistas e a forma como os estudantes novatos de Física resolvem problemas resultaria em estratégias pedagógicas mais eficientes. Neste sentido, situações pedagógicas seriam mais efetivas se permitissem aos estudantes pensarem e praticarem a modelagem de forma semelhante aos cientistas, através da *modelagem construtiva*; que pode ser entendida como um processo de raciocínio

³ Todos os nomes aqui apresentados são fictícios.

integrador que emprega modelagem visual e analógica e experiências de pensamento, criando e transformando representações informais dos problemas.

A necessidade de critérios de validação de explicações é um requisito indispensável na educação científica. Mas, conforme GILBERT et al. (2000), relembram, uma explicação pode ser considerada apropriada quando a questão é perguntada e a explicação é providenciada. No entanto, isto pode mudar a luz de considerações adicionais, tanto por parte do questionador quanto por parte daquele que explica, mesmo tratando-se de uma educação científica onde a visão do formador deve prevalecer.

Para GILBERT et al. (2000), uma explicação pode ser avaliada como *apropriada* considerando-se três componentes.

A *adequação* de uma explicação é uma declaração sobre a relação entre o tipo de questão feita e o tipo de explicação confeccionada, ou seja, é a exigência que a pergunta tenha o mesmo significado para quem pergunta e quem responde.

A *relevância*, segundo componente definido por GILBERT et al., de uma explicação é a medida do grau no qual ela reúne as necessidades do questionador; e, pode ser atestada em dois níveis. No primeiro nível, o *extrínseco*, o questionador percebe que quem explica valoriza demasiadamente certas explicações e, portanto, elas devem ser aprendidas. Por exemplo, no ensino tradicionalmente diretivo, na maioria das vezes, os estudantes valorizam as explicações dadas pelos professores e as convertem em estratégias de êxito puramente escolar, porque elas serão cobradas nos exames. Ainda neste nível, entra em jogo o contexto social no qual a explicação é recebida. Uma questão sobre cores em um contexto da aula de “Física” desencadearia uma explicação causal em termos de comprimento de onda da luz, enquanto no contexto da aula de “Química” ela envolveria excitação de elétrons em átomos e moléculas. Assim, é lícito afirmar que uma explicação baseada em uma formulação típica da disciplina de química é pouco relevante para as necessidades do questionador (estudantes) em Física. Note as justificativas apresentadas por um dos alunos que escreveu porquê escolheu estudar Física e outro aluno que optou pelo curso de Química:

“Escolhi a área de física, pois tinha afinidade nas matérias de exatas, e no colégio as minhas notas em matemática e física sempre foram altas e nunca tive dificuldade de obtê-las pelo meu pai ser contador [...] Sendo estimulado pelos meus pais, fui levado à física, pois sabia que no campo do trabalho esta carreira está em alta, pelo baixo número de profissionais nesta área, e possui diversificados tipos de campos que ela pode nos levar, assim com física médica, física econômica, pesquisa, educação e outros”. (Pedro - aluno de Licenciatura em Física)

“Escolhi bacharelado em química porque fiz colegial técnico de química e sempre tirei boas notas porque gostava muito. Fiz estágio em um laboratório e depois fui trabalhar em outra área, mas mesmo assim, sempre quis voltar e estudar por prazer, e quem sabe, arrumar uma ocupação melhor”. (Esdras – aluno de Bacharelado em Química)

Podemos notar que a relevância das explicações dos professores de Física, dos alunos entrevistados, era atestada a nível extrínseco, principalmente porque estas denotavam a facilidade que o aluno tinha em compreender as explicações dadas pelos professores e convertê-las em estratégias de êxito escolar que este ampliou para o êxito profissional. Propomos que este primeiro nível para o critério denominado por GILBERT et al (2000) como sendo o da relevância, seja subdividido em facilidade que resulta em sucesso escolar e sucesso profissional. Para Pedro, o nível extrínseco de relevância das explicações visava sucesso profissional, e isto fica evidente quando ele conta que:

“Com o tempo de universidade pude ampliar meu horizonte, agora já defini o meu plano de carreira. Vou terminar a licenciatura em física, para ter uma carreira e oportunidade de emprego como professor, e vou prestar economia [...] a física-econômica é uma área nova que ganhou bastante espaço na área de trabalho [...] e descobri que é um dos trabalhos mais respeitados no mundo dos negócios”. (Pedro - aluno de Licenciatura em Física)

No segundo nível, o *intrínseco*, o questionador deseja saber ou compreender alguma coisa por seus próprios motivos. Seguindo o desiderato comum a todos

educadores, GILBERT et al (2000) concebem a aprendizagem vinculada ao interesse do questionador. Com efeito, o estudante teria o genuíno desejo de conhecer como o mundo natural trabalha e ser capaz de julgar em que medida se pode interferir e modificar o ambiente. Neste caso, o suposto estudante valorizaria as explicações, pois as julgaria relevantes as suas necessidades pessoais.

“Enfim, entrei na física, acreditando que iria entender os porquês das coisas. Decepionei-me logo no primeiro ano quando descobri que o máximo que os físicos que conheci até hoje só se interessam por descrever a natureza com uma linguagem matemática sofisticada, e a idéia, o sentido de tudo aquilo fica cada vez mais escondido. Acabei dando mais valor para a matemática, não explicava nada, mas também nunca se propôs a isso, o mesmo comecei a pensar sobre a biologia. Já a física me irritava cada vez mais [...] Por quê acontece isso? Por causa da conservação do momento angular. Porque a luz se propaga sempre em linha reta. Porque a energia tende a ser mínima em um sistema. Porque o calor sempre flui do corpo mais quente para o mais frio [...] Sempre tinham uma resposta pronta para o desconhecido como se o conhecessem intimamente. Aquilo não me convencia, me incomodava o fato de acharem que estavam totalmente certos e que a natureza não poderia ser diferente porque a questão já estava completamente encerrada e “compreendida”[...] Então, comecei a tirar algumas dúvidas de física e matemática da minha irmã mais nova que está no colegial. Fiquei muito impressionada, eu precisava de muito mais para explicar alguma coisa do que para aprendê-la e com isso eu aprendia cada vez mais. Com isso, voltei a buscar respostas para minhas perguntas junto com as da minha irmã. Não acho que descobri algo de novo, mas aprendi a relacionar as idéias que estavam fragmentadas na minha cabeça e decidi mudar para a licenciatura”. (Maria - aluna de Licenciatura em Física)

Maria tem uma história muito interessante. Após prestar vestibular para medicina e muito ponderar, descobriu que o que realmente a impressionava era a Física. Conta que para se distrair do fracasso de não ter passado no vestibular para medicina, estudava Física e Matemática. Seu relato deixa bem claro quais as explicações considera relevante, ou seja, aquelas que não se resumem a idéias positivistas da Ciência. Pois,

suas perguntas têm significado intrínseco, ou seja, um nível mais profundo de necessidade que envolve critérios emocionais / afetivos. Isto evidencia que as explicações fornecidas pelos professores de Maria não eram adequadas a suas expectativas, ou seja, as respostas às perguntas por ela feitas não tinham o mesmo significado. Este relato também evidencia que a apropriação de uma explicação pode mudar a luz de considerações adicionais, tanto por parte do questionador quanto por parte daquele que explica.

Tendo em mente estes dois níveis de relevância, podemos analisar o caso particular de João:

“Sempre tive facilidade com números, fazia contas com bastante rapidez e dificilmente tinha dificuldade em aprender um novo conceito. Esta facilidade com matérias de exata se contrastava com a dificuldade que tinha nas matérias humanas, nunca entendia direito o que a professora queria e muitas vezes não conseguia os resultados que esperava. Então fui adquirindo confiança ao lidar com números, e a física veio de maneira a completar o que eu queria, pois parecia explicar muitas coisas e dar explicações que faziam sentido e não eram como explicações de história, que não parecia ter consenso nenhum, cujas únicas explicações erradas eram minhas. Então pensei em entrar na faculdade de física para entender melhor o mundo”. (João - aluno de Licenciatura em Física)

Podemos notar neste extrato a presença dos dois níveis de relevância, pois o nível extrínseco foi o responsável pelo aparecimento de sua escolha em nível intrínseco. Podemos notar isto quando lemos que a Física é o complemento de seu sucesso escolar decorrente de sua facilidade com números e que ao contrário do que acontecia quando participava das aulas de História, suas explicações Físicas resultavam em sucesso escolar, pois eram consideradas, pelo professor, corretas. Isto fica mais evidente no decorrer do relato, quando este conta que após três anos cursando o bacharelado com habilitação em astronomia, desistiu ao perceber que a relevância extrínseca daquelas explicações escolares não era suficiente.

Finalmente, a *qualidade* de uma explicação é a medida de sua legitimidade comparada com o corpo de conhecimento aceito pela comunidade científica. Na visão de GILBERT et al. (2000), uma explicação deve:

- i) Providenciar explicações para os problemas salientes no momento e ser compatível com o grosso de conhecimento científico (ela deve apresentar *plausibilidade*);
- ii) Usar conceitos em menor quantidade e mais amplo alcance do que sua predecessora (ela deve apresentar *parsimônia*);
- iii) Ser aplicável a maior gama possível de contextos (ela deve apresentar *generalização*);
- iv) Levar ao maior número de predições de sucesso (ela deve ser *frutífera*).

Na primeira condição entra em cena o embate com conhecimentos prévios no campo de conhecimento focalizado. Uma explicação deve ser plausível, quando comparada com os conhecimentos existentes. As demais condições são influenciadas por demandas a serem encaradas ou oportunidades procuradas e consideradas para o futuro. Ora, uma explicação apropriada deve ser aquela que trás uma frutífera, parsimoniosa e generalizável contribuição para estes desafios (GILBERT et al., 1998b).

Durante a análise dos relatos e das entrevistas, a necessidade de se incluir afetividade como um critério de validação das explicações que conduziram os alunos a seguirem carreiras técnico-científicas, ficou evidente. Pois percebemos que as explicações científicas que embasam as explicações no âmbito escolar na maioria das vezes restringem-se ao “contexto da justificação”, aquele no qual o conhecimento científico é compartilhado, reservado a natureza lógica e ao domínio racional, ou seja, ao âmbito da “ciência pública”. No entanto, muitas das explicações intrínsecas ansiadas pelos alunos são do “contexto da descoberta” (HOLTON, 1979), do âmbito das motivações dos cientistas, onde suas crenças e emoções entram em jogo. Exatamente por isso, muitas das explicações que geraram o “sentimento de entendimento” em alguns dos alunos entrevistados estão desvinculadas das explicações escolares e fortemente relacionadas a buscas por explicações em livros de História da Ciência, em amigos e estudos pessoais.

“O professor de física do colégio não ensinava nada, apenas dava fórmulas. Então meu marido [que fazia física na USP] me ensinava em casa e me dava alguns exercícios para fazer e eu fui me apaixonando pela física que ele me ensinava, talvez contagiada pela paixão com a qual ele ensinava. No ano seguinte eu estava muito desanimada com o colégio, queria entrar na faculdade logo e só queria se fosse na USP, mas ainda faltavam dois anos do ensino médio, foi então que, conversando com meu marido e decidimos que eu ia fazer cursinho naquele ano e terminaria os dois anos do ensino médio no supletivo[...] Mas a idéia de freqüentar a escola me deixava desanimada, então resolvi fazer supletivo a distancia [...] Eu sempre visitava o Instituto de Física, adorava o ambiente, adorava ficar andando por lá, e num desses dias assisti ao show da física e fiquei encantada”. (Sandra - aluna de Licenciatura em Física)

“Aos 14 anos descobri o mundo dos livros, gostava muito do assunto da historia da ciência e dois livros que me chamaram muita atenção foram, “Seis lições de física” do autor americano Richard Feynmann e “Alice no mundo do Quantum”, foi quando houve um primeiro interesse mais específico pela física”. (Paulo - aluno de Licenciatura em Física)

“Foi no cursinho que alguns professores comentavam à respeito de alguns cientistas, como Galileu e Newton. Fiquei cada vez mais interessado e sempre procurava saber mais à respeito da forma como eles obtiveram os resultados. Então foi pela história que me interessei pela física”. (Tiago - aluno de Licenciatura em Física)

Conforme havíamos suposto, para os alunos entrevistados, as explicações científicas costumeiramente apresentadas nas escolas (ou seja, as fórmulas e leis), embora pobres, se justificam no fato de haver uma relevância intrínseca ou extrínseca, além de uma expectativa de continuidade nos estudos. Deste modo, o encontro com os significados ocorre gradualmente numa etapa de formação posterior ou, como no caso de alguns, através da tentativa de explicar para outro. Pois, durante a elaboração de explicações que o aluno, inconscientemente, pondera os critérios de qualidade e constrói explicações que o levam a aprender Ciências e, conseqüentemente, expressar entendimento sobre o mundo através desta. Cada um dos critérios, exemplificados pelas

experiências de alunos que pretendem seguir carreiras técnico-científicas, merece uma discussão mais ampla do que tentar adicionar a estrutura conceitual do aluno critérios racionais de escolha entre o conhecimento científico e o senso comum. Principalmente porque sabemos que o enfoque racional de relevância extrínseca é satisfatório para a manutenção do contrato didático estabelecido no contexto escolar, mas fora da escola, principalmente, parecem existir outros critérios.

BYINGTON (2003) mostra que a falência da pedagogia puramente racional se explica por esta permanecer no nível superficial, o que explica a alta percentagem de esquecimento daquilo que aprendemos e podemos acrescentar, a persistência do uso de explicações intuitivas em detrimento das científicas. Assim, em nossa opinião, as pesquisas aqui apresentadas oferecem um apoio teórico poderoso à investigação do domínio cognitivo das explicações. Entretanto, o domínio afetivo das explicações é desvalorizado, senão ignorado.

MATURANA (2001) defende que uma explicação é uma resposta a uma disposição emocional a partir do qual nós somos estimulados a procurá-la; portanto, é inevitável a interdependência entre nossas emoções e os critérios utilizados para validarmos nossas explicações, e quão maleáveis os últimos podem ser guiados pelas primeiras. Sendo assim, um relato, minimamente satisfatório, de explicações no contexto escolar deve, ao menos, postular a origem da necessidade humana de explicar.

CAPÍTULO III

INVESTIGAÇÃO DA INTERAÇÃO COGNIÇÃO-AFETO NA CONSTRUÇÃO DE EXPLICAÇÕES:

ELABORAÇÃO DE UM PROTOCOLO DE ENTREVISTA.

Ao procurarmos entender os critérios de validação de explicações por parte de alunos do Ensino Médio, escolhemos dar início a este estudo por elaborar um protocolo de entrevista, que nos permita coletar dados, tendo em mente duas hipóteses. Primeiro, as explicações são avaliadas com base em critérios emocionais. Porque, sabemos que a escolha e o uso de conhecimentos face à bagagem de conceitos e relações possíveis de serem utilizados pelos indivíduos se alicerça num contexto no qual as emoções têm forte influência. Segundo MATURANA (2001),

“(...) não é a razão que nos leva à ação, mas a emoção. Cada vez que escutamos alguém dizer que ele ou ela é racional e não emocional, podemos escutar o eco da emoção que está sob esta afirmação, em termos de um desejo de ser ou de se obter”.

Portanto, a entrevista deverá propor questionamentos que não se limitem exclusivamente aos aspectos racionais envolvidos na eleição e uso de determinado tipo de estrutura lógico-conceitual Segundo, que o individuo não estabelece vinculo afetivo com uma explicação que não se proponha a reforçar seu sentimento de realidade. Sendo assim, os modelos explicativos a serem apresentados durante a entrevista devem propor situações que incitem conflitos, para possamos avaliar a condição de insatisfação frente às explicações e permitir questionarmos quanto a sua validação. E, então analisarmos as justificativas presentes nas entrevistas em termos de explicações e de seus critérios de validação.

Escolhemos como tema de nossa entrevista a “Origem do Universo”, por dois motivos. O primeiro é pessoal, porque nos identificamos com o tema. O segundo justifica-se da mesma maneira que a Revista Fapesp de março, que se valeu de sua liberdade editorial para fugir de seu foco, que é a pesquisa científica e tecnológica feita

no Brasil. A carta de editora explica que a descoberta de um novo planeta, apesar de não ser brasileira, traz a tona questões sobre a origem do universo e nossa origem, questões estas que segundo a diretora de redação estão carregadas de afetividade e de uma “curiosidade universal, [que prende] aquela enorme atenção, que todo mistério longamente e talvez para sempre galvaniza” (MOURA, 2006). Pois, apesar de hoje poder ser considerado um problema, a origem do universo foi durante um longo tempo considerado um mistério e ainda guarda em si toda afetividade e curiosidade de mistério.

Além disso, esse mesmo tema apresenta uma grande variedade de modelos explicativos e pudemos então escolher alguns desses para que quando apresentado aos alunos, nos permita identificar qual o tipo de relação possível de ser estabelecida pelos estudantes com o conhecimento científico, visto que muitos deles não adentrarão nesta comunidade. Ou seja, de que formas incorporam tais conhecimentos. Uma das metodologias de nossa pesquisa pretende, através desta entrevista, que aborda a questão da origem do Universo, identificar qual a explicação é mais satisfatória para os alunos. Quando estes são expostos a outras explicações a opinião deles prevalece ou não? O que os faz descartar ou aceitar as outras explicações?

A entrevista foi idealizada para grupos de até 04 (quatro) alunos, o que propicia discussões sobre as explicações – nada impede que seja feita individualmente – e foi aplicada em duas versões. A primeira versão da entrevista foi feita com alunos de duas escolas da Rede Particular de São Paulo, com três grupos de alunos do 3º ano do Ensino Médio. Já segunda versão da entrevista foi feita em uma terceira escola, também da Rede Particular de São Paulo, com um grupo do 3º ano, um do 2º ano e um do 1º ano do Ensino Médio. As entrevistas foram gravadas para facilitar a avaliação do protocolo de entrevista e os alunos, voluntários, sabiam que não seriam avaliados de maneira alguma.

Somente uma das entrevistas da primeira etapa foi conduzida pela pesquisadora, as outras duas foram conduzidas pela professora de matemática dos alunos, quanto às entrevistas da segunda etapa, todas foram conduzidas pela pesquisadora. Temos a intenção de que o protocolo final possa ser aplicado por qualquer pessoa que deseje comprovar as hipóteses por nos levantadas, ou seja, intencionamos que o roteiro contenha todas as informações necessárias para não somente orientar como também

permitir que o entrevistador tenha liberdade para conduzir da melhor maneira possível, mesmo não conhecendo nosso projeto de pesquisa.

3.1 ROTEIRO PARA ENTREVISTA COM ALUNOS DO ENSINO MÉDIO – 1ª VERSÃO

Este roteiro foi elaborado para orientar a entrevista, portanto ele não está organizado para ser reproduzido literalmente e contamos com a habilidade do entrevistador para que possamos atingir os objetivos da entrevista. Para tanto, é importante destacar aqui quais as intenções deste roteiro.

Nosso Projeto de Pesquisa, “Modelos e Explicações: a construção da realidade e suas bases emocionais”, tem como objetivo identificar qual o tipo de relação possível de ser estabelecida pelos estudantes com o conhecimento científico, visto que muitos deles não adentrarão nesta comunidade. Ou seja, de que formas incorporam tais conhecimentos. Uma das metodologias de nossa pesquisa pretende, através desta entrevista, que aborda a questão da origem do Universo, identificar qual a explicação é mais satisfatória para os alunos. Quando estes são expostos a outras explicações a opinião deles prevalece ou não? O que os faz descartar ou aceitar as outras explicações?

A entrevista foi idealizada para grupos de até quatro alunos, o que propicia discussões sobre as explicações, mas nada impede que seja feita individualmente. Aconselhamos ao entrevistador que grave a entrevista para facilitar a coleta de dados.

É importante que esteja claro para o aluno que ele não está sendo avaliado.

Consideramos interessante ter uma folha com os textos aqui apresentados em itálico para que os alunos acompanhem a leitura, no entanto, é melhor que você faça as leituras.

3.1.1 A Origem do Universo

Sugerimos que comece a entrevista apresentando o assunto para os alunos, principalmente por se tratar de um assunto amplamente divulgado e que provavelmente já fez parte das conversas ou reflexões deles. A idéia central neste momento é deixar claro que o desejo de saber como surgiu o Universo, como será que ele acabará (se é

que acabará) e qual é a origem da vida, não é privilégio de nossa sociedade e sim natural do ser humano. Elaboramos uma sugestão:

Como surgiu o Universo? Como será que ele acabará (se é que acabará)? Qual é a origem da vida?

Provavelmente, em algum momento da vida, já nos fizemos algumas dessas perguntas. E, curiosamente, por mais que nos debruçemos sobre elas, parece que as respostas ficam mais difíceis.

Essas perguntas não foram nem são feitas somente por nós, indivíduos acostumados com avanços da ciência, mas também por diversas civilizações antigas, como os gregos e os orientais, ou por culturas diferentes, como as indígenas, ou ainda pelas mais variadas religiões. Cada uma dessas civilizações, culturas e religiões procuraram ou procuram dar suas respostas a essas perguntas.

Ao final da apresentação, peça que cada um dos alunos responda por escrito a pergunta abaixo. É importante que esta primeira pergunta seja respondida individualmente porque os alunos deverão guardar a resposta para podermos retomá-la no final da entrevista. Caso sintam dificuldades em responder, pode estimulá-los por ampliar a pergunta: já pensou sobre o surgimento do Universo, como acredita que aconteceu, como será que ele acabará (se é que acabará) ou qual é a origem da vida.

Procure lembrar aos alunos que não estão sendo avaliados e destaque que é importante que tenhamos em mente que mitos de criação e modelos cosmológicos têm algo de fundamental em comum: ambos representam nossos esforços para compreender a existência do Universo. Sendo assim, queremos saber qual a explicação dele.

Como você explicaria, em pouquíssimas palavras, a origem do Universo?

Avise-os que retomaremos estas questões mais adiante e peça-os para guardá-las.

Dando continuidade a entrevista, incite uma conversa buscando saber se alguns deles conseguem mencionar uma outra explicação sobre a origem do Universo dada por uma religião, uma determinada civilização (indígena, oriental, antiga, etc) ou até mesmo pela comunidade científica. Neste ínterim, pode citar a opinião do conhecido físico Marcelo Gleiser, que em seu livro *A dança do Universo* diz acreditar que o fascínio pela origem do Universo é muito mais primitivo do que o veículo particular escolhido para expressá-lo, seja através da religião organizada ou da ciência. Para a maioria dos cientistas o estudo da natureza é encarado como um desafio intelectual. Sua motivação para enfrentar esse desafio vem de uma profunda fé na capacidade da razão humana de poder entender o mundo a sua volta. A física se transforma em uma ferramenta desenhada para decifrar os enigmas da natureza, a encarnação desse processo racional de descoberta. Lei para os alunos a interessante fala do Físico Richard Feynman (se desejar, comente que este é um Físico muito conhecido que ganhou o premio Nobel, em 1965, por suas contribuições a Física Moderna) em seu livro ‘Feynman lectures on physics’.

“Imagine que o mundo seja algo como uma gigantesca partida de xadrez sendo disputada pelos deuses, e que nós fazemos parte da audiência. Não sabemos quais são as regras do jogo; podemos apenas observar seu desenrolar. Em princípio, se observarmos por tempo suficiente, iremos descobrir algumas das regras. As regras do jogo é o que chamamos de física fundamental”.

Pode-se ilustrar este trecho pedindo que os alunos imaginem-se pela primeira vez, assistindo a um jogo de Rúgbi. Certamente estranhariam o jogo, como se fosse uma mistura de futebol com outros jogos em que se pode pegar a bola com a mão. Enfim, com o desenrolar do jogo, através da observação poderia descobrir algumas regras.

Ou então, se preferir, pergunte o que entenderam e diga que esta explicação pode ser interpretada de outros dois modos. Um é dizer que a física é apenas um modo racional de estudar a natureza; outro é dizer que a física é mais do que um mero desafio intelectual, que a física é a linguagem dos deuses.

Independente do que optar dê continuidade por dizer que interpretações estão sempre vinculadas a um interpretador, portanto, o mesmo podemos fazer com as muitas

explicações sobre a origem do Universo. Avise aos alunos que a partir de agora vamos conhecer três diferentes explicações sobre a origem do Universo e que ao final de cada explicação procuraremos, em grupo, analisar as seguintes perguntas:

Conseguiram entender a explicação? (Passos lógicos - Estrutura). Ou, essa leitura que acabamos de fazer traz uma explicação sobre a origem do Universo? Por quê? Quais os elementos que a caracterizam com tal?

Como se sentem em relação a esta explicação da origem do Universo?

- a) muito satisfeitos
- b) satisfeitos
- c) insatisfeitos
- d) muito insatisfeitos

Após cada leitura, deixe que os alunos retomem as perguntas 03 e 04, permitindo que discutam a vontade e depois escrevam em conjunto uma resposta.

Explicação 01 – trata-se de um extrato do poema *Metamorfoses*, do romano Ovídio (43 a.C. – 18 d.C.), escrito por volta do ano 8 d.C, uma expressão de interesse das questões da existência do Universo da literatura romana.

*Antes de o oceano existir; ou a terra, ou o firmamento,
A natureza era toda igual, sem forma. Caos era chamada,
Com a matéria bruta, inerte, átomos discordantes
Guerreando em total confusão:
Não existia o Sol para iluminar o Universo;
Não existia a Lua, com seus crescentes que lentamente se preenchem;
Nenhuma terra equilibrava-se no ar [...].
Até que deus, ou a natureza generosa,
Resolveu todas as disputas, e separou o
Céu da Terra, a água da terra firme, o ar
Da estratosfera mais elevada, uma liberação.
E as coisas evoluíram, achando seus lugares a partir*

*Da cega confusão inicial.
O fogo, esse elemento etéreo,
Ocupou seu lugar no firmamento,
Sobre o ar; sob ambos, a terra,
Com suas proporções mais grosseiras, afundou; e a água
Se colocou acima, e em torno, da terra [...].*

Fazer as perguntas 02 e 03, deixar que os alunos discutam, cheguem a um consenso e escrevam a resposta.

Explicação 02 – trata-se de uma explicação da religião Hindu, na qual o tempo tem uma natureza circular, a criação é repetida eternamente, num ciclo de criação e destruição simbolizado pela dança rítmica do deus Xiva. Esta dança simboliza tudo que é cíclico no Universo, incluindo sua própria evolução.

Na noite de Brahma (a essência de todas as coisas, a realidade absoluta, infinita e incompreensível), a Natureza é inerte e não pode dançar até que Xiva (deus que representa os ciclos da natureza) assim o deseje. O Deus (Xiva) se alça de seu estupor e, através de sua dança, envia ondas pulsando com o som do despertar, e a matéria dança, aparecendo gloriosamente a sua volta. Dançando, Ele sustenta os seus infinitos fenômenos e, quando o tempo se esgota, ainda dançando, Ele destrói todas as formas e nomes por meio do fogo e se põe de novo a descansar.

Fazer as perguntas 02 e 03, deixar que os alunos discutam, cheguem a um consenso e escrevam a resposta.

Explicação 03 – trata-se da atual explicação científica para a origem do Universo conhecida como Big Bang e aqui descrita de maneira simplificada.

Toda a matéria que hoje compõe o Universo estaria concentrada em um único ponto, infinitesimal, um local onde nenhuma lei física conhecida se aplicaria, sem fora nem dentro, sem espaço e sem tempo. Toda energia de um universo contida num ponto chamado singularidade. Em um dado instante toda aquela energia concentrada se

expande a velocidade fantástica, a temperaturas incomensuráveis, criando o espaço e o tempo, se expandindo e se resfriando até poder se condensarem fótons, depois em partículas elementares (prótons, elétrons e nêutrons) que se aglutinam formando principalmente hidrogênio e hélio, que se juntam em nuvens e essas se condensam sob a força da gravidade para formar as galáxias e seus bilhões de estrelas.

Fazer as perguntas 02 e 03, deixar que os alunos discutam, cheguem a um consenso e escrevam a resposta.

Após estas três explicações procure, através de uma conversa, descobrir dos alunos, qual das três eles consideraram mais satisfatória. Qual eles mais gostaram. Mas, neste momento, é importante que a explicação que prevaleça não esteja vinculada à autoridade científica e sim ao que cada um deles acredita.

Então, peça que leiam a resposta à primeira pergunta e que comparem com as três explicações lidas procurando identificar o se há elementos em comum e quais. A resposta deles está mais próxima de qual dos exemplos.

Por fim, supondo que sejam abordados numa conversa informal sobre a origem do Universo, como explicariam.

Alguma das três explicações apresentadas contém elementos comuns à explicação que você mencionou no início? Cite algumas razões às quais você atribuiria possíveis semelhanças ou diferenças entre elas e suas primeira explicação.

Para você, por que uma é mais ou menos satisfatória?

Supondo que você tivesse que explicar (fora da escola) a origem do Universo, em quais termos uma explicação pareceria mais razoável?

3.2 PRINCIPAIS RESULTADOS DA APLICAÇÃO DA 1ª VERSÃO

3.2.1 Quanto à necessidade da discussão sobre a origem do universo

Apesar dos doze entrevistados inicialmente apresentarem uma opinião, aparentemente, segura, sobre a origem do Universo, podemos notar no decorrer das

entrevistas, que duraram cerca de quarenta minutos cada, que esta mudava na tentativa de melhor explicá-la e/ou quando defronte de outras explicações. Não somente as explicações por nos apresentadas como também frente às discussões entre os alunos.

G1A1⁴: Teve as etapas, os sete dias. Por que assim (...) Pra religião a bíblia é a verdade é a palavra de Deus, então o que tá escrito é a verdade, então se o que está escrito na bíblia é a verdade foi assim (...) então teve as etapas, no primeiro dia Deus criou o céu e a terra, separou a luz da escuridão - é que eu não sei a ordem certinha - separou a água, tudo nesses sete dias. Os animais que são domésticos dos animais que são selvagens, foi criando cada uma, e o homem, colocou a vegetação até que ele ordenou que o homem que ia cuidar (...) então o universo vem aí (...) agora o que vem antes (...)?

A fala desta aluna, que foi entrevistada num colégio católico, ao ser questionada sobre sua explicação para a origem do universo, é um dos exemplos de firmeza inicial, que mudaram. Sua fala denotava tanta convicção que ao ser abordada quanto ao começo de tudo, ao antes da criação da Terra por ela descrita, diz o seguinte:

G1A1: Então se a gente não tem essa capacidade de fazer isso, ééé (...) como é que fala (...) é como se não valesse a pena, sabe? Não tem porque a gente fala de uma coisa que a gente não conhece (...) então se o que a gente conhece é isso, se o que Deus coloca aqui na bíblia é isso, é o que a gente conhece acho que é o interessante, mais do que necessário (...).

No entanto, com o decorrer sua insatisfação frente às discussões e modelos apresentados é expressa da seguinte maneira:

G1A1: Me sinto insatisfeita. Porque, não sei se (...) sei lá se eu sou rancorosa com essa explicação toda, mas eu não consigo acreditar em uma e achar que tá boa. Sabe? Sempre acho que tá faltando alguma coisa pra me fazer acredita plenamente numa explicação (...) Cada um chega uma hora com explicação e fica tudo meio perdido.

⁴ As transcrições estão indicadas quanto ao grupo com a letra G, e quanto ao aluno com a letra A. Todos os grupos eram formados de quatro alunos.

Estas e outras falas nos conduziram a considerar a necessidade de elaborar um pequeno questionário a ser respondido momentos antes da entrevista, para podermos conhecer um pouco melhor o perfil dos alunos. Supomos que a entrevista pode apresentar diferentes modelos explicativos a serem escolhidos pelo entrevistador de acordo com o grupo que irá participar.

3.2.2 Quanto aos modelos explicativos apresentados

Foram apresentadas três explicações diferentes aos alunos.

Explicação 01 – trata-se de um extrato do poema *Metamorfoses*, do romano Ovídio (43 a.C. – 18 d.C.), escrito por volta do ano 8 d.C, uma expressão de interesse das questões da existência do Universo da literatura romana. Explicação 02 – trata-se de uma explicação da religião Hindu, na qual o tempo tem uma natureza circular, a criação é repetida eternamente, num ciclo de criação e destruição simbolizado pela dança rítmica do deus Xiva. Esta dança simboliza tudo que é cíclico no Universo, incluindo sua própria evolução. Explicação 03 – trata-se da atual explicação científica para a origem do Universo conhecida como Big Bang, porém descrita de maneira simplificada.

Podemos perceber que estas, mais as explicações dos próprios alunos, resultaram numa entrevista interessante, pois eles conseguiam avaliar e explicar os critérios de avaliação que o faziam validar ou não aquela explicação. No entanto, a análise das entrevistas piloto nos fornece subsídios para reformulação do protocolo e re-aplicação. Para que então, possamos atingir nossos objetivos, precisamos alterar/considerar os seguintes itens:

Explicação 01 – poema *metamorfoses*.

G3A1: Pensa que o cara escreveu isso no passado! Nossa muito loco meu.
E escreveu direitinho!

Entr: Mas dá pra afirmar que isso seria pra ele uma explicação sobre a origem do universo?

A2: Claro que sim, totalmente!

Entr: Pra época sim. Em que parte vocês acharam que isso fica evidente?

Tem algum ponto específico?

A2: Ah! No começo já dá pra ver (...)

A1: É o começo é bem loco.

A2: (leitura de parte do poema) “Antes de o oceano existir; ou a terra, ou o firmamento, a natureza era toda igual, sem forma. Caos era chamada, com a matéria bruta, inerte, átomos discordantes, guerreando em total confusão (...)” Tipo, meu!? Caos! Era o caos! O cara conseguiu imagina isso!

A1: Nossa esse cara era um gênio meu, não é possível.

Entr: Como se sentem em relação a está explicação da origem do Universo? Vocês acham que ela é muito satisfatória, satisfatória ou insatisfatória?

A3: Satisfatória.

A1: Muuuuito satisfatória não é nenhuma.

Como a época em que a explicação foi desenvolvida era de conhecimento dos alunos, o extrato apresentado acima mostra que estes sentiram-se satisfeitos com a explicação por considerar sua historicidade. Ou seja, este é um elemento que dificulta a validação de explicações e não nos permite determinar se nossa hipótese de que as explicações são avaliadas com base em critérios emocionais, além daqueles racionais mencionados nas pesquisa atuais, é verdadeira.

Explicação 02 – religião Hindu – deus Xiva

Entrevistadora: O que vocês acham dessa explicação, dá pra entender?

G1A1: Não muito.

A2: Isso é muito distante do que a gente acredita.

A1: Acho que num é totalmente esclarecido assim, ele põe muita metáfora, muita coisa assim que agente não sabe (...) “A matéria dança, aparecendo gloriosamente a sua volta (...) suspensa sobre infinitos fenômenos”. Quais são os infinitos fenômenos? Tipo num fala nada exatamente da criação e da existência do universo, mas sim como acontece que é por causa do deus.

G3A1: Se eu pega as duas explicações [deus e hindu] e fala pra um judeu, pra um judeu não, pra um ateu, oh lê isso aqui, e mostra a parte da bíblia da criação de deus, e agora lê essa daqui [hindu]. Eu sei que você não acha

nenhuma das duas convincente, mas qual das duas você acha mais convincente? Meu! Tenho certeza que ele vai falar que é a do hinduísmo.

Por se tratar de uma explicação religiosa, a insatisfação dos alunos ateu ou mesmo os católicos foi grande. Ou porque não podem aceitar que outra religião apresente explicação satisfatória ou porque o simples fato de ser uma explicação religiosa merece ser questionada. O que certamente, nos leva a nossa segunda hipótese, de que “o indivíduo não estabelece vínculo afetivo com uma explicação que não se proponha a reforçar seu sentimento de realidade”.

Além disso, independente da fé cristã, trata-se de uma explicação com outra bagagem cultural e sendo a nossa mais forte, pois é a em que estamos inseridas, novamente podemos reforçar que “o indivíduo não estabelece vínculo afetivo com uma explicação que não se proponha a reforçar seu sentimento de realidade”.

Explicação 03 – Big Bang

Entrevistadora: Vocês conseguem imaginar toda a matéria do universo, dos planetas, buraco negro, estrelas, tudo, acumulado em um único ponto?

G1A2: É meio irreal né?

A1: Nossa.

A1: Eu tô em dúvida. Primeiro com o que eu acredito. Segundo que mesmo assim, pra mim acho que não explica. Como que um monte de matéria vai coisa (...) sendo que é matéria, essa matéria veio da onde então? Se no começo não tem nada, de onde vem essa matéria que se acumula? Entendeu? Mesmo assim ainda não é o início. Sei lá!

Apresentamos acima, dois extratos em que os alunos estão discutindo sobre a explicação do Big Bang. Podemos notar em cada um deles que os alunos tem dúvidas quando a explicação, que esta não é satisfatória, no entanto, quando abordados diretamente se a consideram satisfatória ou não, todos se dizem satisfeitos, por tratar-se do concreto da ciência, não necessariamente o que ele acredita por si, é novamente, a bagagem cultural em que estão inseridos que “fala mais alto”, afinal estamos acostumados a ver cientistas serem chamados para validar notícias televisivas ou produtos. É o valor intrínseco da ciência que prevalece para os alunos.

Por isso, consideramos a idéia de elaborar um protocolo que contenha mais de uma explicação sob o mesmo estatuto de validação, na tentativa de evitar que o “diagnóstico” científico seja aceito sem questionamentos mais profundos.

G1A1: Pra mim a terceira é mais convincente porque são coisas mais concretas, são coisas que eu conheço, coisas que eu sei que existem, da primeira e da segunda são coisas que pra mim não são tão reais.

3.2.3 Quanto à reformulação do Protocolo

Apesar de nosso protocolo de entrevista ainda não poder ser validado, podemos perceber que ao se fazer uma entrevista que pretende avaliar se:

- (i) As explicações são avaliadas com base em critérios emocionais, além daqueles racionais mencionados nas pesquisas atuais, e se,
- (ii) O indivíduo não estabelece vínculo afetivo com uma explicação que não se proponha a reforçar seu sentimento de realidade,

não deve ser totalmente desenvolvida em grupo, para que além da idéia do grupo o entrevistador conheça melhor cada entrevistado e possa, por exemplo, desvencilhar de “alunos pentelhos”. A parte individual da entrevista pode ser acompanhada de um pequeno questionário alternativo que permita ao entrevistador escolher os modelos explicativos que serão apresentados. Datas e épocas devem ser tiradas do protocolo para evitar que a validade histórica seja considerada. E, no caso do modelo explicativo da ciência, é interessante que seja mais de um, para evitar que o valor intrínseco da ciência sobressaia frente aos outros modelos.

CAPÍTULO IV

INVESTIGAÇÃO DA INTERAÇÃO COGNIÇÃO-AFETO NA CONSTRUÇÃO DE EXPLICAÇÕES:

VALIDAÇÃO DE UM PROTOCOLO DE ENTREVISTA.

4.1 ROTEIRO PARA ENTREVISTA SEMI-ESTRUTURADA COM ALUNOS DO ENSINO MÉDIO – 2ª VERSÃO

Este roteiro foi elaborado para orientar a entrevista, portanto ele não está organizado para ser reproduzido literalmente e contamos com a habilidade do entrevistador para que possamos atingir os objetivos da entrevista. Para tanto, é importante destacar aqui quais as intenções deste roteiro:

Nosso Projeto de Pesquisa, *“Modelos e Explicações: a construção da realidade e suas bases emocionais”*, tem como objetivo identificar qual o tipo de relação possível de ser estabelecida pelos estudantes com o conhecimento científico, visto que muitos deles não adentrarão nesta comunidade. Ou seja, de que formas incorporam tais conhecimentos. Uma das metodologias de nossa pesquisa pretende, através desta entrevista, que aborda a questão da origem do Universo, identificar qual a explicação é mais satisfatória para os alunos. Quando estes são expostos a outras explicações a opinião deles prevalece ou não? O que os faz descartar ou aceitar as outras explicações?

A entrevista foi idealizada em duas etapas. A primeira etapa é individual e tem por objetivo conhecer os entrevistados e permitir-nos escolher dentre as opções de explicações, quais propiciarão melhores discussões. A segunda etapa é em grupos de até quatro alunos, o que propicia discussões sobre as explicações. Aconselhamos ao entrevistador que grave a entrevista para facilitar a coleta de dados.

É importante que esteja claro para o aluno que ele não está sendo avaliado.

Consideramos interessante ter uma folha com os textos escolhidos dentre os sugeridos para a segunda etapa, para que os alunos acompanhem a leitura, no entanto, é melhor que você faça as leituras.

4.1.1 Primeira Etapa - Individual

A Origem do Universo

Sugerimos que esta primeira etapa seja para que o aluno se apresente, procure saber a idade do aluno, sua posição religiosa e/ou a da família dele. Em seguida procure apresentar brevemente o assunto da entrevista ao aluno, principalmente por se tratar de um assunto amplamente divulgado e que provavelmente já fez parte das conversas ou reflexões deles. A idéia central neste momento é deixar claro que o desejo de saber como surgiu o Universo, como será que ele acabará (se é que acabará) e qual é a origem da vida, não é privilégio de nossa sociedade e sim natural do ser humano. Elaboramos uma sugestão:

Como surgiu o Universo? Como será que ele acabará (se é que acabará)? Qual é a origem da vida?

Provavelmente, em algum momento da vida, já nos fizemos algumas dessas perguntas. E, curiosamente, por mais que nos debrucemos sobre elas, parece que as respostas ficam mais difíceis.

Essas perguntas não foram nem são feitas somente por nós, indivíduos acostumados com avanços da ciência, mas também por diversas civilizações antigas, como os gregos e os orientais, ou por culturas diferentes, como as indígenas, ou ainda pelas mais variadas religiões. Cada uma dessas civilizações, culturas e religiões procuraram ou procuram dar suas respostas a essas perguntas.

Ao final da apresentação, peça que responda a pergunta abaixo. É importante que esta primeira pergunta seja respondida individualmente porque desejamos que o aluno se expresse sem que sua resposta gere uma discussão, que será incitada posteriormente. Caso sinta dificuldades em responder, pode estimulá-lo por ampliar a pergunta: já pensou sobre o surgimento do Universo, como acredita que aconteceu, como será que ele acabará (se é que acabará) ou qual é a origem da vida.

Procure lembrar ao aluno que não está sendo avaliado e destaque que é importante que tenhamos em mente que mitos de criação e modelos cosmológicos têm

algo de fundamental em comum: ambos representam nossos esforços para compreender a existência do Universo. Sendo assim, queremos saber o que ele pensa a respeito.

Como você explicaria, em pouquíssimas palavras, a origem do Universo?

Avise-o que retomaremos estas questões mais adiante.

4.1.2 Preparação da Segunda Etapa

Escolha das Explicações

Após a etapa individual procure identificar se trata de um grupo coeso, com explicações parecidas ou se são bem diferentes. Escolha três dentre as explicações sugeridas abaixo para a etapa em grupo. Não estão indicadas nas explicações a autoridade científica, histórica ou religiosa, por isso nenhuma das explicações é datada ou contextualizada. O importante é procurar identificar o que o aluno acredita e quais os critérios de validação. Portanto, faça a escolha procurando os extratos que acredita irão propiciar melhores discussões, ou por ir ao encontro do que eles acreditam ou por ser o oposto.

Explicação 01

*Antes de o oceano existir; ou a terra, ou o firmamento,
A natureza era toda igual, sem forma. Caos era chamada,
Com a matéria bruta, inerte, átomos discordantes
Guerreando em total confusão:
Não existia o Sol para iluminar o Universo;
Não existia a Lua, com seus crescentes que lentamente se preenchem;
Nenhuma terra equilibrava-se no ar [...].
Até que deus, ou a natureza generosa,
Resolveu todas as disputas, e separou o
Céu da Terra, a água da terra firme, o ar
Da estratosfera mais elevada, uma liberação.*

*E as coisas evoluíram, achando seus lugares a partir
Da cega confusão inicial.
O fogo, esse elemento etéreo,
Ocupou seu lugar no firmamento,
Sobre o ar; sob ambos, a terra,
Com suas proporções mais grosseiras, afundou; e a água
Se colocou acima, e em torno, da terra [...].*

Explicação 02

Na noite de Brahma (a essência de todas as coisas, a realidade absoluta, infinita e incompreensível), a Natureza é inerte e não pode dançar até que Xiva (deus que representa os ciclos da natureza) assim o deseje. O Deus (Xiva) se alça de seu estupor e, através de sua dança, envia ondas pulsando com o som do despertar, e a matéria dança, aparecendo gloriosamente a sua volta. Dançando, Ele sustenta os seus infinitos fenômenos e, quando o tempo se esgota, ainda dançando, Ele destrói todas as formas e nomes por meio do fogo e se põe de novo a descansar.

Explicação 03

Toda a matéria que hoje compõe o Universo estaria concentrada em um único ponto, infinitesimal, um local onde nenhuma lei física conhecida se aplicaria, sem fora nem dentro, sem espaço e sem tempo. Toda energia de um universo contida num ponto chamado singularidade. Em um dado instante toda aquela energia concentrada se expande a velocidade fantástica, a temperaturas incomensuráveis, criando o espaço e o tempo, se expandindo e se resfriando até poder se condensarem fótons, depois em partículas elementares (prótons, elétrons e nêutrons) que se aglutinam formando principalmente hidrogênio e hélio, que se juntam em nuvens e essas se condensam sob a

força da gravidade para formar as galáxias e seus bilhões de estrelas.

Explicação 04

O primeiro mundo foi Tokpela. Mas, antes, se diz, existia apenas o Criador, Taiowa. Todo o resto era espaço infinito. Não existia um começo ou um fim, o tempo não existia, tampouco formas materiais ou vida. Simplesmente um vazio incomensurável, com seu princípio e seu fim, tempo, formas e vida existindo na mente de Taiowa, o Criador. Então Ele, o infinito, concebeu o finito: primeiro Ele criou Sotuknang, dizendo-lhe: “Eu o criei, o primeiro poder e instrumento em forma humana. Eu sou seu tio. Vá adiante e perfíle vários universos em ordem, para que eles possam trabalhar juntos, de acordo com meu plano”. Sotuknang seguiu as instruções de Taiowa; do espaço infinito ele conjurou o que se manifestaria como substância sólida, e começou a moldar as formas concretas do mundo.

Explicação 05

No princípio Deus criou o céu e a terra. A terra, porém, estava informe e vazia, e as trevas cobriam a face do abismo, e o Espírito de Deus movia-se sobre as águas. E Deus disse: Exista luz. E a luz existiu. E Deus viu que a luz era boa; e separou a luz das trevas. E chamou à luz dia, e às trevas noite. E fez-se tarde e manhã: o primeiro dia.

Explicação 06

A evolução inicial do Universo pode ser descrita nos termos da desintegração de

um núcleo radioativo instável. *Supostamente, esse átomo existiu por apenas um instante. De fato, ele era instável e, assim que passou a existir, quebrou-se em fragmentos que, por sua vez, também quebraram-se em mis fragmentos, que incluíram elétrons, prótons, partículas alfa etc., escaparam em todas as direções. Como a desintegração do átomo foi acompanhada por um rápido crescimento do raio do espaço, o volume do Universo começou a crescer, sendo preenchido pelos próprios fragmentos do átomo primordial, sempre uniformemente.*

Explicação 07

No início Deus criou a radiação e o ylem. E o ylem não tinha forma ou numero, e os núcleos [os prótons e os nêutrons] moviam-se livremente sobre a face das profundezas. E Deus disse: “Faça-se a massa dois”. E a massa dois apareceu. E deus viu o deutério, e ficou satisfeito [...] E Deus disse: “Faça-se a massa três”. E a massa três apareceu. E Deus viu o trítio e o tráfium (isótopo hélio 3), e ficou satisfeito. E Deus disse: “Faça-se o Hoyle” E o Hoyle apareceu. E Deus olhou para o Hoyle e lhe disse para fazer elementos pesados do modo que ele preferisse. E o Hoyle decidiu fazer elementos pesados em estrelas, e espalhá-los através do espaço em explosões do tipo supernova [...] E esse processo de fusão progressiva dos núcleos mais leve demorou em torno de 45 minutos. E a nucleossíntese cerca de três minutos.

4.1.3 Segunda Etapa – em Grupo

Dando continuidade a entrevista, incite uma conversa buscando saber se alguns deles conseguem mencionar uma outra explicação sobre a origem do Universo dada por uma religião, uma determinada civilização (indígena, oriental, antiga, etc) ou até mesmo pela comunidade científica. Neste ínterim, pode citar a opinião do conhecido físico Marcelo Gleiser, que em seu livro *A dança do Universo* diz acreditar que o fascínio pela origem do Universo é muito mais primitivo do que o veículo particular escolhido para expressá-lo, seja através da religião organizada ou da ciência. Para a maioria dos cientistas o estudo da natureza é encarado como um desafio intelectual. Sua motivação

para enfrentar esse desafio vem de uma profunda fé na capacidade da razão humana de poder entender o mundo a sua volta. A física se transforma em uma ferramenta desenhada para decifrar os enigmas da natureza, a encarnação desse processo racional de descoberta. Leia para os alunos a interessante fala do Físico Richard Feynman (se desejar, comente que este é um Físico muito conhecido que ganhou o premio Nobel, em 1965, por suas contribuições a Física Moderna) em seu livro *Feynman lectures on physics*:

“Imagine que o mundo seja algo como uma gigantesca partida de xadrez sendo disputada pelos deuses, e que nós fazemos parte da audiência. Não sabemos quais são as regras do jogo; podemos apenas observar seu desenrolar. Em principio, se observarmos por tempo suficiente, iremos descobrir algumas das regras. As regras do jogo é o que chamamos de física fundamental”.

Pode-se ilustrar este trecho pedindo que os alunos imaginem-se pela primeira vez, assistindo a um jogo de Rúgbi. Certamente estranhariam o jogo, como se fosse uma mistura de futebol com outros jogos em que se pode pegar a bola com a mão. Enfim, com o desenrolar do jogo, através da observação poderia descobrir algumas regras.

Ou então, se preferir, pergunte o que entenderam e diga que esta explicação pode ser interpretada de outros dois modos. Um é dizer que a física é apenas um modo racional de estudar a natureza; outro é dizer que a física é mais do que um mero desafio intelectual, que a física é a linguagem dos deuses.

Independente do que optar, dê continuidade por dizer que interpretações estão sempre vinculadas a um interpretador, portanto, o mesmo podemos fazer com as muitas explicações sobre a origem do Universo. Avise aos alunos que a partir de agora vamos conhecer três diferentes explicações sobre a origem do Universo e que ao final de cada explicação procuraremos, em grupo, analisar as seguintes perguntas:

Conseguiram entender a explicação? (Passos lógicos - Estrutura). Ou, essa leitura que acabamos de fazer traz uma explicação sobre a origem do Universo? Por quê? Quais os elementos que a caracterizam com tal?

Como se sentem em relação a esta explicação da origem do Universo?

- a) muito satisfeitos
- b) satisfeitos
- c) insatisfeitos
- d) muito insatisfeitos

Após cada leitura por você escolhida, deixe que os alunos retomem as perguntas 02 e 03, permitindo que discutam a vontade e depois escrevam em conjunto uma resposta. Escrever não é obrigatório, depende do grupo de alunos, mas às vezes é interessante pedir que escrevam, pois os ajuda a chegar a um consenso.

Após estas três explicações procure, através de uma conversa, descobrir dos alunos, qual das três eles consideraram mais satisfatória. Qual eles mais gostaram. Mas, neste momento, é importante que a explicação que prevaleça não esteja vinculada a autoridade científica, histórica ou religiosa, por isso nenhuma das explicações é datada ou contextualizada. O importante é procurar identificar o que o aluno acredita e quais os critérios de validação.

Então, retome o que disseram quando questionados individualmente e peça que comparem com as três explicações lidas procurando identificar o se há elementos em comum e quais são estes. A resposta deles está mais próxima de qual dos exemplos.

Por fim, supondo que sejam abordados numa conversa informal sobre a origem do Universo, pergunte como explicariam. Abaixo as perguntas estão formalizadas para ajudá-lo a conduzir a entrevista.

Qual das três explicações apresentadas é parecida com a sua explicação para a Origem do Universo? Por que é parecida? Em que é parecida?

Para você, por que uma é mais ou menos satisfatória?

Supondo que você tivesse que explicar (fora da escola) a origem do Universo, em quais termos uma explicação pareceria mais razoável?

4.2 PRINCIPAIS RESULTADOS DA APLICAÇÃO DA 2ª VERSÃO

4.2.1 Quanto à parte individual e a escolha dos extratos de explicações

A análise da primeira versão do Protocolo de Entrevistas nos conduziu a considerar a necessidade de elaborar um pequeno questionário a ser respondido momentos antes da entrevista, para podermos conhecer um pouco melhor o perfil dos alunos. Este primeiro contato com os alunos permite-nos escolher quais serão os modelos explicativos que propiciaram discussões interessantes por não limitarem-se exclusivamente aos aspectos racionais envolvidos na eleição e uso de determinado tipo de estrutura lógico-conceitual

Por isso, os últimos três grupos entrevistados foram durante o convite para participar da entrevista, apresentados ao tema e questionados individualmente: “Como você acredita que surgiu o Universo? Como será que ele acabará (se é que acabará)? Qual é, para você, a origem da vida? Você tem uma religião?” Assim, dentre sete sugestões de explicações sobre a origem do Universo, o entrevistador pode escolher três delas a serem incluídas na entrevista.

Sugerimos, por exemplo, que, frente a um grupo convicto de que o Big Bang é a melhor explicação, os extratos de diferentes explicações científicas ou simplesmente diferentes formas da mesma explicação por eles já conhecida sejam apresentados.

Notamos que quando os alunos discutem sobre uma explicação que envolve a grande explosão, mesmo tendo dúvidas quando a explicação e seu sentimento de satisfação frente a essa, quando abordados diretamente se a consideram satisfatória ou não, dizem-se satisfeitos, por tratar-se do concreto da ciência, não necessariamente o que ele acredita por si, é novamente, a bagagem cultural em que estão inseridos que “fala mais alto”. É o valor intrínseco da ciência que prevalece para os alunos.

Então, ao apresentarmos uma segunda explicação sob o mesmo estatuto de validação, na tentativa de evitar que o “diagnóstico” científico seja aceito sem questionamentos mais profundos é importante, percebemos que quando a explicação, mesmo que contendo elementos que a identifiquem como científica, não contenha os termos científicos por eles conhecidos e definidos como verdadeiros, a necessidade de discussão surge aliada a outros elementos de avaliação da explicação:

G4, A1: Eu acho melhor do que a nossa. Por que tem um sentido tem uma história tem uma explicação.

Entr: Tem sentido tem história (...) e o que mais? Vocês acreditam nisso, ouvindo assim? E se alguém contasse isso pra vocês?

A2 faz que não com a cabeça.

Entr: Não acredita por quê?

A2: O cara não tem provas.

Entr: E a gente provas do Big Bang? Vocês conhecem alguma prova?

A3: Também não.

A1: É método científico.

Entr: Mas você já ouviu falar que tem prova?

A3: Eles ficam estudando e é milhares de cientistas que falam isso, não é só um.

Entr: Então o que falta aqui para ser uma explicação convincente é (...).

A3: Hum (...) prova.

A4: Ééé (...) um fato de que aconteceu isso, que aconteceu uma explosão ou algo assim.

Entr: Então como vocês se sentem com isso, é satisfatória, não é (...).

A4: Não convence muito.

G5, A1: O Big Bang é mais lógica. Sei lá (...) por que é o que os cientistas explicam, eles procuram as leis e vão achando, só que eu não deixo de acreditar que Deus criou o mundo.

G5, A2: Nada, não achei nada. As outras eram mô bestas, não diziam nada com nada. Mas essa até tem uma explicação. Fala do átomo.

Entr: Essa explicação convence?

A2: Convence não convence, mas é a que mais explica. Não fala que deus fez isso e apareceu aquilo (...).

Já para grupos de alunos religiosos, as explicações como a Hinduísta, por se tratar de uma explicação religiosa, a insatisfação dos alunos ateus ou mesmo os religiosos foi grande. Ou porque não podem aceitar que outra religião apresente explicação satisfatória ou porque o simples fato de ser uma explicação religiosa merece

ser questionada. O que certamente, nos leva a nossa segunda hipótese, de que “o indivíduo não estabelece vínculo afetivo com uma explicação que não se proponha a reforçar seu sentimento de realidade”.

Além disso, independente da fé cristã, trata-se de uma explicação com outra bagagem cultural e sendo a nossa mais forte, pois é a em que estamos inseridas, novamente podemos reforçar que “o indivíduo não estabelece vínculo afetivo com uma explicação que não se proponha a reforçar seu sentimento de realidade”.

G4, A1: Ah professora é interessante, mas é difícil acreditar. Sei lá (...) a gente tá acostumado com outra história.

Entr: Entendi (...) então no fundo no fundo se você tivesse nascido com essa explicação te falando da explosão ia parecer o que?

A1: Mentira. É assim (...).

CAPÍTULO V

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Uma pesquisa é um processo de construção do conhecimento que tem como metas principais gerar novos conhecimentos e/ou corroborar ou refutar algum conhecimento pré-existente. É basicamente um processo de aprendizagem tanto do indivíduo que a realiza quanto da sociedade na qual esta se desenvolve. A pesquisa como atividade regular também pode ser definida como o conjunto de atividades orientadas e planejadas pela busca de um conhecimento.

O desenrolar deste trabalho de pesquisa, permitiu-nos compreender que existe uma distinção entre o conceito de explicação científica e o conceito usual de explicação, no entanto, ambos apresentam critérios de avaliação bem definidos. Enquanto o primeiro procura eximir-se de toda e qualquer implicação afetiva, depurar-se de motivações e impressões pessoais, o segundo tem entre seus critérios contribuições de aspectos afetivos / emocionais, inclusive presentes na apreensão e uso do conhecimento científico. Ao determinarmos quais os critérios que os estudantes utilizam para considerar alguma “coisa” real, permitimo-nos inferir a respeito do sentimento de realidade que um estudante do Ensino Médio apresenta com relação às entidades conceituais presentes no ensino das teorias científicas.

Ou seja, abrimos caminhos que nos levem a compreender como as explicações costumeiramente apresentadas nas escolas podem permitir que os estudantes que não pretendem seguir carreiras técnico-científicas deixem de considerar o conhecimento científico pouco relevante, e sua apreensão não mais se torne contestável enquanto via de satisfação pessoal. O que leva os estudantes a aprenderem ciências e, conseqüentemente, expressar entendimento sobre o mundo, merece uma discussão mais ampla e que deixemos de tentar adicionar a estrutura conceitual do aluno critérios racionais de escolha entre o conhecimento científico e o senso comum, para começarmos então a considerar o conceito de *sentimento de realidade* e assim nos aproximarmos do âmbito educacional por defini-lo como sendo o resultado de

juízos a cerca de explicações ao indivíduo conferidas, ou por ele elaboradas, com base em seus critérios afetivos, culturais e racionais.

Uma das técnicas básicas que utilizamos para coleta de dados foi a entrevista. Visando através do contato entre o pesquisador e o entrevistado, obter dados relevantes para a pesquisa, de acordo com os objetivos da mesma. Entrevistas, em geral, se realizam de maneira exclusiva com indivíduos ou grupos de indivíduos, possibilitando ao pesquisador correções, adaptações e esclarecimentos imediatos, facilitando a obtenção das informações desejadas. No tipo de entrevista semi-estruturada que propomos não há uma imposição rígida na ordem das questões e o entrevistado fala sobre os temas conforme as informações de que dispõe. A opção por esse tipo de entrevista na pesquisa aqui relatada se deve ao fato de que a presença do pesquisador é valorizada, ao mesmo tempo em que oferece liberdade ao informante. Através de questionamentos básicos e com fundamentação teórica a entrevista possibilitou uma extensa gama de questões a partir das respostas dadas pelo entrevistado, que descreve suas opiniões dentro do que foi colocado pelo pesquisador.

Portanto, para compreendermos os critérios de validação de explicações a entrevista deve propor questionamentos que não se limitam aos aspectos racionais envolvidos na eleição e uso de determinado tipo de estrutura lógico-conceitual. Assim as respostas dos entrevistados evidenciam que o indivíduo não estabelece vínculo afetivo com uma explicação que não se proponha a reforçar seu sentimento de realidade. Resultado do fato de os modelos explicativos apresentados durante a discussão proporem situações que incitam conflitos e nos permitem avaliar a condição de insatisfação frente às explicações e questionar quanto a sua validação. Para então analisarmos as justificativas presentes nas entrevistas em termos de explicações e de seus critérios de validação.

Concluindo, esta mostrou-se eficiente pois permitiu ao entrevistado discursar sobre o tema em enfoque com base nas informações que tem sobre o assunto. E uma vez que o Protocolo de Entrevista envolve situações semiquantitativas, permitiu ao entrevistador criar a realidade da situação da entrevista e viabilizar a determinação dos critérios utilizados na validação de explicações. Resultado, um instrumento realmente eficaz para compreendermos porque mesmo estudantes com domínio de conhecimentos científicos específicos insistem em produzir respostas a situações cotidianas através de

concepções ingênuas e espontâneas e estas, embora erradas do ponto de vista da ciência, se configuram como verdadeiras explicações e fazem sentido para os mesmos .

Assim, acreditamos que a pesquisa aqui apresentada oferece apoio teórico à investigação do domínio cognitivo das explicações. Entretanto, o domínio afetivo das explicações é desvalorizado, senão ignorado. Como consequência temos:

“Alunos quase exclusivamente racionais, com a cabeça dissociada do corpo, pairando no ar como um zepelim inflado de conceitos e palavras, cujo saber não tem corpo, sociedade, natureza, imagens e emoções”
(BYINGTON, 2003).

BIBLIOGRAFIA

- BARBOSA, R. Métodos e programa escolar. In: *REFORMA do ensino primário e várias instituições complementares da instrução pública*. Rio de Janeiro: Ministério da Ed. a Saúde, 1946. (Obras completas de Rui Barbosa, v. 10), tomo 2.
- BREWER, W. F.; CHINN, C. A. & SAMARAPUNGAVAN, A.. *Explanation in scientists and children*. Minds e Machines, vol. 8.
- BROUSSEAU, G. Fondements et methods de la didactique des mathématiques. In: *Recherches en didactique des Mathématiques*, vol 7, nº 2, Grenoble, 1986.
- BUNGE, M. *La investigación Científica*. Barcelona: Ariel, 1989.
- BYINGTON, C A B. *A construção amorosa do saber – o fundamento e a finalidade da pedagogia simbólica Junguiana*. Ed. Religare, São Paulo, 2003, p 21.
- CHEVALLARD, I. *La trasposition didactique; du savoir savant au savoir enseigné*. Grenoble: La Pensée Sauvage, 1985.
- CHOMSKY, N. *Regras e representações: e inteligência humana e seu produto*. Rio de Janeiro: Zahar. 1981, p. 15.
- COMTE, A. *Curso de filosofia positiva*. Coleção Os Pensadores, São Paulo: ed: Abril Cultural, 1973.
- CUPANI, A., M. PIETROCOLA. *A relevância da epistemologia de Mario Bunge para o Ensino de Ciências*. CCEF, VOL 19, nº. 1, 2002.
- CUSTÓDIO, J. F. *Compreendendo explicações na educação científica: Domínio cognitivo, Padrões de Afetividade e Sentimento de Entendimento*. Dissertação de doutorado da Universidade Federal de Santa Catarina, SC, 2005. (In prelo)
- CUSTÓDIO, J. F. e PIETROCOLA, M. 2002, Princípios de conservação e construção de modelos por estudantes do ensino médio. In: *VIII EPEF (Encontro de Pesquisa em Ensino de Física)*, Sociedade Brasileira de Física, Águas de Lindóia, 2002.

- FERREIRA, A B H. *Novo dicionário da língua portuguesa*. Ed: Nova Fronteira.
- FEYNMAN, Richard. *Feynman lectures on physics*. Reading, MA: Addison-Wesley, 1963, p. 02.
- GIERE, R. N. *Explaining Science: A Cognitive Approach*. Chicago: The University of Chicago Press, 1988.
- GILBERT, J. K.; BOULTER, C.J. & RUTHERFORD, M. *Models in explanations, part 1: horses of courses?* IJSE, vol. 20, no. 1, pp. 83-97, 1998a.
- GILBERT, J. K.; BOULTER, C.J. E RUTHERFORD, M. *Models in explanations, part 2: Whose voice? Whose ears?* IJSE, vol. 20, no. 2, 1998b.
- GILBERT, J. K.; BOULTER, C.J. & RUTHERFORD, M. Explanations with models in science education. In: *Developing models in science education*. GILBERT, J.K e BOULTER, C.J. (eds). Dordrecht: Kluwer, 2000.
- GILBERT, J.K e BOULTER, C.J. *Aprendendo ciências através de modelos e modelagem*. In: *Modelos e educação em ciências*. Colinvaux, D. (org). Rio de Janeiro: Ravil, 1998.
- GLEISER, Marcelo. *A Dança do Universo: dos mitos de criação ao Big Bang*. São Paulo: Companhia das Letras, 1997, p. 17-40.
- HEISENBERG, W. *Física e Filosofia*. Editora UNB. Pp 141-154. 1987 (original 1958).
- HOLTON, G. *A imaginação científica*. Rio de Janeiro: Zahar, 1979.
- LARKIN, J. K. The role of problem representation in physics. In: *Mental models*. GENTNER, D. & STEVENS, A. L. (eds). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates. pp. 75-98, 1983.
- MARIANI, A. *A teoria biológica de Humberto Maturana e sua repercussão filosófica*. Dissertação de Mestrado apresentada ao Departamento de Filosofia da Faculdade de Filosofia e Ciências Humanas da UFMG, 2003.

- MATURANA, H. *Emoções e linguagem na educação e na política*. Belo Horizonte: Editora da UFMG, 2001.
- MORTIMER, E. *Linguagem e formação de conceitos no ensino de ciências*. Belo Horizonte: Ed. UFMG, 2000.
- MOURA, Mariluce. “Um novo Planeta e a velha pergunta sobre nossa origem”. In: *Revista Fapesp* nº 121, março, 2006, pág. 09.
- NERSESSIAN, N. Should physicist preach what they practice? Constructive modeling in doing and learning physics. In: *Science and Education*, vol 04, nº 03, 1995.
- PIETROCOLA, M. Construção e Realidade: o realismo científico de Mário Bunge e o ensino científico através dos modelos. In: *Investigação em Ensino de Ciências*, vol 04, nº 03, 1999.
- PIETROCOLA, M. Construção e realidade: o papel do conhecimento físico no entendimento do mundo. In: *Ensino de Física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa abordagem integradora*. PIETROCOLA, M. (org). Florianópolis : Editora da UFSC, 2001.
- PINHEIRO, T. F. *Sentimento de realidade, afetividade e cognição no ensino de ciências*. Dissertação de doutorado, UFSC - Florianópolis, 2003.
- ROMERO, Talita e PIETROCOLA, M. Modelos e explicações, a construção da realidade e suas bases emocionais. In: V ENPEC (*Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*), Sociedade Brasileira de Física, Bauru, 2005.
- ROVIGATTI, R. L. *O papel da explicação causal no ensino de física*. Dissertação de mestrado. USP – IF - São Paulo, 1987.
- SILVA, José Alves, et. al. Origem e destino do Universo . In: *Projeto Escola e Cidadania*. São Paulo: Editora do Brasil, 2000, p. 06.